



Soğukta Muhafaza Edilen Brokoli Çeşitlerinin (*Brassica oleracea* L., var. *italica* cvs. Belstar ve Beaumont) Depolama Süresi ve Kalite Özellikleri Üzerine Modifiye Atmosfer Paketlemenin Etkisi

Serdar POLAT, Erdiñç BAL*

Namık Kemal Üniversitesi, Ziraat Fakültesi, Bahçe Bitkileri Bölümü, Tekirdağ, TÜRKİYE

Geliş Tarihi/Received: 01.11.2016

Kabul Tarihi/Accepted: 04.05.2017

*Sorumlu Yazar/Corresponding Author: ebal@nku.edu.tr

Özet: Bu çalışmada, Tekirdağ ekolojisinde yetiştirilen Belstar ve Beaumont brokoli çeşitlerinin soğukta muhafaza süresi ve kalite özellikleri üzerine modifiye atmosfer paketlemenin (MAP) etkileri araştırılmıştır. Ambalajlanan ve kontrol grubu oluşturulan brokoli taçları $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ sıcaklık ve % 90-95 oransal nemde 4 hafta süre ile muhafaza edilmiştir. Soğukta muhafaza süresince birer haftalık aralıklar ile ağırlık kaybı, toplam fenolik bileşik miktarı, antioksidan kapasitesi, toplam klorofil miktarı ve dış görünüş değerlerindeki değişimler belirlenmiştir. Araştırma sonucunda, kontrol grubu taçlarında modifiye atmosfer paketler de muhafaza edilen taçlara göre daha yüksek ağırlık kaybı meydana gelmiştir. İncelenen her iki çeşitte, depolama süresince toplam fenolik bileşik, antioksidan kapasitesi ve toplam klorofil miktarı bakımından değişkenlikler gözlemlenmekle birlikte, muhafaza süresi sonunda her iki çeşitte MAP uygulanmış taçların daha yüksek içeriğe sahip olduğu tespit edilmiştir. Soğukta muhafaza süresince hem açıkta hem de MAP'da muhafaza edilen brokoli taçlarının dış görünüşünde kayıplar belirlenmiştir. Fakat MAP uygulaması ile dış görünüşte meydana gelen kayıp sınırlandırılmıştır. Sonuç olarak MAP, soğukta muhafaza edilen brokoli taçlarının kalitesini korumak için bir araç olarak kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Brokoli, modifiye atmosfer paketeleme, antioksidan, ağırlık kaybı, klorofil miktarı

Effect of Modified Atmosphere Packaging on Storage Duration and Quality Characteristics of Broccoli Cultivars (*Brassica oleracea* L., var. *italica* cvs. Belstar ve Beaumont)

Abstract: In this study, the effects of modified atmosphere packaging (MAP) on the shelf-life and quality characteristics of Belstar and Beaumont broccoli cvs. grown in Tekirdağ ecology were evaluated. Packaged broccoli crowns and control groups were stored at $2\pm 1^{\circ}\text{C}$ and 90-95% relative humidity for 4 weeks. Variations in weight loss, total phenolic compound content, antioxidant content, total chlorophyll content and external appearance were determined during cold storage period at weekly intervals. As a result of the research, the weight loss of the control group crowns was higher than that of the crowns which was kept in the modified atmosphere packs. In both cultivars examined, although variations were observed in terms of total phenolic compound, antioxidant capacity and total chlorophyll content during storage; it was found that the MAP applied heads of both cultivars had higher contents at the end of storage period. During cold storage, significant losses in appearance in both control group and MAP treated heads were observed. But with the MAP application, the loss from external appearance is limited. Thus, it can be suggested that the MAP can be used as a tool to maintain the quality of broccoli crowns stored in the cold.

Keywords: Broccoli, modified atmosphere packing, antioxidant, weight loss, chlorophyll content

1. Giriş

Kışlık sebzeler arasında yer alan brokoli (*Brassica oleracea var. italica*), son yıllarda üretimi ve tüketimi hızla artan bir lahanagil sebzesidir. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) 2015 yılı verilerine göre ülkemizde 46.353 ton brokoli üretimi yapılmıştır (Anonim, 2016).

Brokoli, taze bir sebze olarak gittikçe popüler olmaktadır ve hem flavanol glikozidler gibi biyolojik olarak aktif diyet bileşenlerinin, hem de hidrokisinasitik asitler, glukozinolatlar gibi sülfür içeren bileşiklerin, vitaminler ve karotenoidler gibi besinsel antioksidanların önemli bir kaynağıdır (Zhang ve Hamauzu, 2004; Singh ve ark., 2007; Lima ve ark., 2014).

Brokolide derim, taçlar üzerindeki çiçek tomurcukları açılmadan önce yapılmaktadır. Çiçek sürgünlerinin iyi geliştiği dönem derim için en uygun dönemdir. Eğer derimde gecikme olursa; çiçek taslakları açılır, çiçeklenme başlar ve sebze olarak değerlendirilen kısımlar sertleşir, odunlaşır ve lezzeti azalır (Anonim, 2011).

Olgunlaşmamış brokoli çiçekleri, derim sonrası yaşamları sırasında hızlı bir yaşlanma ile kolay bozulabilen sebzelerden biridir. Brokolide yaşlanma hızı; genetik mekanizmaların etkilediği fizyolojik faktörlere de bağlı olarak derim sırasında çiçek tomurcuklarının olgunluğuna, depolama sıcaklığına, atmosfer bileşimine ve depolama süresine bağlıdır (Lipton ve Haris, 1974). Yapılan çalışmalarda brokoli taçlarının 0-4 °C sıcaklık ve % 90-95 oransal nemli depolarda birkaç hafta muhafaza edilebildiği belirtilmiştir (Shewfelt ve ark., 1983; Kader, 2002).

Brokoli yaşlanmasının en çok görülen belirtileri; taçlarda solma, klorofil yıkımına bağlı olarak çanak yaprakların sararması ve çiçeklerin açmasıdır. Başlar üzerindeki olgunlaşmamış çiçek taslakları derimden sonra da gelişmeye devam eder. Bu nedenle derim edilen brokoliler oda sıcaklığında yaklaşık üç gün içinde sararır, pazar değerini ve yeme kalitesini kaybeder. Soğutma, modifiye atmosfer ve ambalajlamanın farklı tiplerini içeren pek çok teknik, brokolinin derim sonrası ömrünü uzatmak için kullanılmaktadır (Costa ve ark., 2005). Brokolide modifiye atmosferli paketleme (MAP) karbondioksit (CO₂) girişine izin verip, oksijen (O₂) seviyesini azaltarak taçlarda sararma ve yumuşamayı önleyerek depolama süresince kalitenin korunmasını sağlayabilmektedir (Serrano ve ark., 2006; Fernandez-Leon ve ark., 2013).

Brokoli için düşük sıcaklık ve yüksek bağıl nem raf ömrünü uzatmak için en önemli koşullardır. Soğutma, yaşlanma etkilerini azaltma

ve kalitesini sürdürmede en yaygın yol olarak kullanılmaktadır. Düşük sıcaklık ve yüksek bağıl nem ile klorofil yıkım hızı yavaşlamakta, solunum oranı ve etilen üretimi düşmekte, buna ilave olarak etilen hassasiyeti azalmaktadır (Makhlouf ve ark., 1989; Gnanasekharan ve ark., 1992).

Bu çalışmada; soğukta muhafaza edilen Belstar ve Beaumont brokoli çeşidinin ağırlık kaybı, bazı biyoaktif bileşikleri ve dış görünüşü üzerine MAP uygulamasının etkinliğini belirlemek amaçlanmıştır.

2. Materyal ve Yöntem

Araştırmada, Tekirdağ ili Namık Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Araştırma ve Uygulama Bahçesi'nde yetiştirilmiş olan F1 brokoli çeşitlerinden Belstar ve Beaumont çeşidine ait taçlar kullanılmıştır. Brokoli taçlarının derimi tomurcukların kapalı olduğu dönemde yapılmış, yapraklar temizlendikten sonra 200-300 g ağırlığındaki taçlar deneme materyali olarak kullanılmıştır.

Araştırmada her iki çeşitte de kontrol grubu taçlar açıkta tabaklara konulmuştur. MAP uygulamasında ise, taçlar tabaklara konularak polietilen bazlı poşetler ile paketlenmiştir. Brokoli taçlarında muhafaza öncesinde başlangıç analizleri yapılmıştır. Ambalajlanan ve kontrol grubu oluşturulan brokoli taçları 2±1 °C sıcaklık ve % 90-95 oransal nemde 4 hafta süre ile muhafaza edilmiştir. Taçlardan her hafta örnekler alınarak, muhafaza süresince bunlarda meydana gelen ağırlık kaybı (%), toplam fenol miktarı (mg GAE 100 g⁻¹), antioksidan kapasitesi (mg Asc 100 g⁻¹), toplam klorofil miktarı (µg g⁻¹) (Ağar ve ark., 1997) ve dış görünüş (1-9 skalası; 1-3= pazarlanamaz, 5= pazarlanabilir, 7= iyi, 9= çok iyi) değerlerindeki değişimler belirlenmiştir. Örneklerin toplam fenolik madde tayini Folin-Ciocalteu yöntemi ile (Slinkard ve Singleton, 1977), antioksidan kapasiteleri ise DPPH (2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl) yöntemi ile (Brand-Williams ve ark., 1995) spektrofotometrik olarak belirlenmiştir.

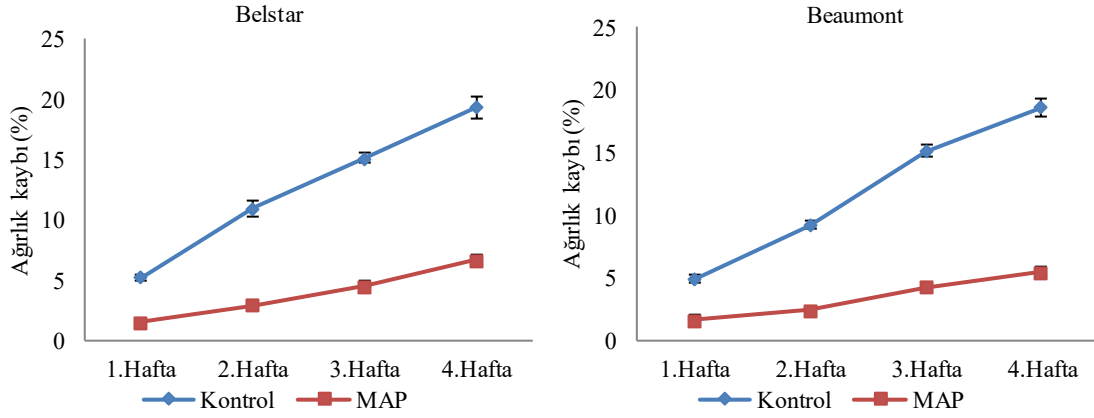
Deneme, tesadüf parselleri deneme desenine göre 3 tekerrürlü olarak planlanmış ve her tekerrürde 3 adet paket (ortalama 500 g) olacak şekilde kurulmuştur. Denemeden elde edilen veriler SPSS istatistik paket programı kullanılarak analize tabi tutulmuşlardır (P≤0.05). Sonuçlar ortalama ± standart hata olarak belirtilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

Brokolide derim sonrası taçlarda meydana gelen en önemli değişimlerden birisi taçların bünyesindeki

suyun azalması olup, taçların ağırlıklarında değişimlere neden olmaktadır (Eşiyok ve ark., 2010). Taçlarda meydana gelen ağırlık kayıplarına ilişkin değerler Şekil 1’de verilmiştir. Araştırmada MAP uygulaması brokoli taçlarında su kaybını önemli derecede ($P \leq 0.05$) sınırlandırmıştır. Benzer sonuçlar; Jia ve ark. (2009), Sabır (2012) ve Fernandez-Leon ve ark. (2013)’nın yaptıkları çalışmalarda da tespit edilmiştir. Çeşitler arasında Beaumont çeşidinin ortalama ağırlık kayıpları daha düşük seviyede bulunmuştur. Birinci haftada Belstar çeşidinde kontrol grubunda % 5.2, MAP

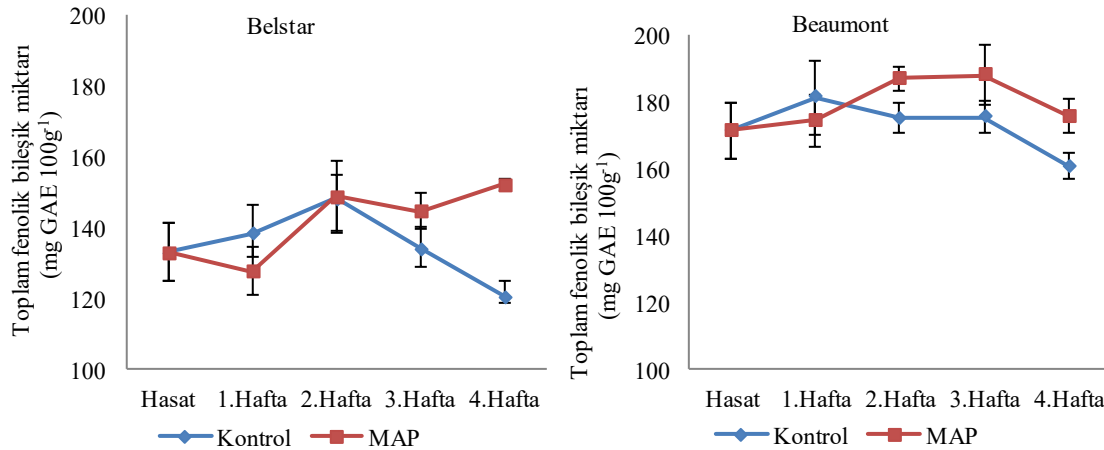
uygulamasında % 1.5’lik bir kayıp gerçekleşirken; 4. haftada kontrol grubunda % 19.3 ve MAP uygulamasında % 6.6’lık bir ağırlık kaybı tespit edilmiştir. Beaumont çeşidinde ise 1. haftada kontrol grubunda % 4.9, MAP uygulamasında % 1.6’lık bir kayıp gerçekleşirken; 4. haftada kontrol grubunda % 18.6 ve MAP uygulamasında % 5.4’lük bir ağırlık kaybı belirlenmiştir. Eşiyok ve ark. (2010) da 24 gün süresince buzdolabı koşullarında muhafaza ettikleri brokoli taçlarında % 27’lere varan ağırlık kayıplarının olduğunu bildirmiştir.



Şekil 1. Depolama periyodu boyunca brokolilerde meydana gelen ağırlık kayıpları

Fenolik bileşikler, meyve ve sebzelerde tat ve renk üzerine etkilidirler (Karaçalı, 2002). Brokoli, yapısında önemli oranda fenolik bileşik bulunduran bir sebzedir. Ancak miktarı; çeşide, yetiştirme koşullarına, olgunluk seviyesine ve depo koşullarına göre farklılıklar göstermektedir (Bahorun ve ark., 2004). Yapılan çalışmada her iki çeşitte de uygulamaların ve muhafaza süresinin

etkisi istatistiki açıdan önemli bulunmuştur ($P \leq 0.05$). Derim döneminde toplam fenol miktarı Belstar çeşidinde 133.1 mg GAE 100 g⁻¹, Beaumont çeşidinde ise 171.3 mg GAE 100 g⁻¹ olarak bulunmuştur ve her iki çeşidin kontrol grubunda depolama sonunda, başlangıç değerlerine göre düşüşler tespit edilmiştir (Şekil 2). Depolama periyodu sonunda bu düşüşlerin yüksek oranda

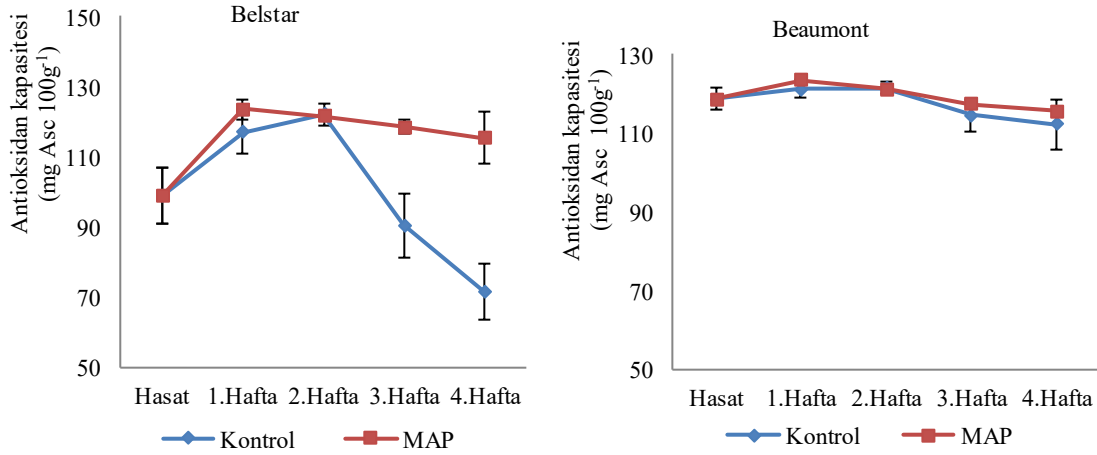


Şekil 2. Depolama periyodu boyunca brokolilerde toplam fenolik bileşik miktarında meydana gelen değişimler

ağırlık kaybı ve yaşlanmaya bağlı olarak pazarlanabilir değerini yitirmiş olmalarından kaynaklanabileceği düşünülmektedir. MAP uygulamalarında ise Belstar çeşidi (152.1 mg GAE 100 g⁻¹) ve Beaumont çeşidinin (175.5 mg GAE 100 g⁻¹) başlangıca göre toplam fenol miktarlarını önemli oranda koruduğu belirlenmiştir. Serrano ve ark. (2006) ise 5 °C'de 12 gün süreyle hem ambalajsız, hem de MAP yapılarak depoladıkları brokoli taçlarında, toplam fenol miktarında önce artış, depolama sonuna doğru ise azalış tespit etmiştir. Ancak bu azalış, çalışma sonuçlarına benzer şekilde MAP uygulananlarda daha sınırlı kalmıştır.

Brokoli antioksidan aktivitesi içeriği bakımından zengin sebzeler arasında yer almakta ve çeşitlere göre miktarı farklılık göstermektedir (Singh ve ark., 2007). Araştırmada; Belstar çeşidinde MAP uygulamasının ve muhafaza süresinin antioksidan kapasitesine etkisi istatistik açıdan önemli ($P \leq 0.05$) bulunurken, Beaumont çeşidinde ise sadece muhafaza süresinin etkisi önemli bulunmuştur. Elde edilen bulgulara göre,

antioksidan içeriği depolama süresine bağlı olarak artış ve azalış şeklinde değişim gösterirken, her iki çeşitte de MAP uygulamalarında bu değişimler daha sınırlı gerçekleşmiştir (Şekil 3). Yapılan farklı çalışmalarda da MAP uygulamalarının antioksidan aktivitesini korumada etkili olduğu bildirilmiştir (Nath ve ark., 2011; Fernandez-Leon ve ark., 2013). Belstar çeşidinde en düşük antioksidan içeriği 4. haftada kontrol uygulamasında (71.4 mg Asc 100 g⁻¹), en yüksek antioksidan içeriği ise 1. haftada MAP uygulamasında (123.6 mg Asc 100 g⁻¹) tespit edilmiştir. Beaumont çeşidinde ise en düşük antioksidan içeriği 4. haftada kontrol uygulamasında (112.3 mg Asc 100 g⁻¹), en yüksek antioksidan içeriği ise 1. haftada MAP uygulamasında (123.4 mg Asc 100 g⁻¹) belirlenmiştir. Leja ve ark. (2001) ve Lima ve ark. (2014) da depolama sırasında brokoli çiçeklerinin antioksidan özelliği üzerine yaptıkları bir çalışmada, depolanmış brokolinin çiçek tomurcuklarında belirlenen toplam antioksidan aktivitesinin belirgin bir artış gösterdiğini tespit etmiştir.



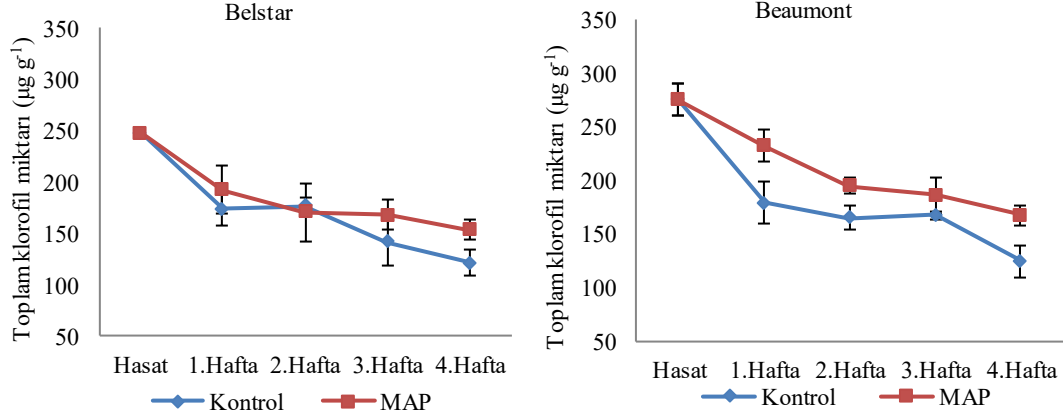
Şekil 3. Depolama periyodu boyunca brokolilerin antioksidan kapasitesindeki değişimler

Meyve ve sebzelerde tüketicinin seçebileceği ilk kalite özelliklerinden biri renktir. Tüm bitkisel dokuların yeşil renkleri, klorofil olarak bilinen pigmentten kaynaklanmaktadır. Bir sebze bulunan toplam klorofil miktarı, sebzelerin çeşidine ve yetiştirme koşullarına göre önemli düzeyde değişebilmektedir. Depolanma sırasında sebzelerin yeşil renginin sarıya dönüşmesi klorofilin parçalanmasından kaynaklanmaktadır (Cemeroğlu ve ark., 2001). Araştırmada da muhafaza süresince brokoli taçlarında saptanan klorofil kayıpları önemli ($P \leq 0.05$) olmuştur (Şekil 4). Özellikle kontrol grubundaki taçların muhafaza başlangıcındaki parlak yeşil renklerini muhafaza

süresince koruyamadıkları ve MAP uygulamalarına göre klorofil parçalanmasının daha hızlı olduğu görülmüştür. Brokoli taçlarındaki toplam klorofil miktarına MAP uygulamasının olumlu etkisi, ambalaj içinde oluşan CO₂ ve O₂ konsantrasyonunun solunum hızını düşürmesi, etilenin etkisini azaltması ve klorofil parçalanması dâhil parçalanma olaylarını yavaşlatmasından kaynaklandığı düşünülmektedir. Her iki brokoli çeşidinde de en yüksek klorofil miktarı derim döneminde belirlenmiştir. Belstar ve Beaumont brokoli çeşitlerinin her ikisinde de, en düşük toplam klorofil içeriği 4. haftada kontrol gruplarında (121.6 µg g⁻¹ ve 124.2 µg g⁻¹) tespit

edilmiştir. Yapılan pek çok çalışmada da derim sonrası depo koşullarına ve uygulamalara bağlı olarak brokoli taçlarında klorofil parçalanmasının

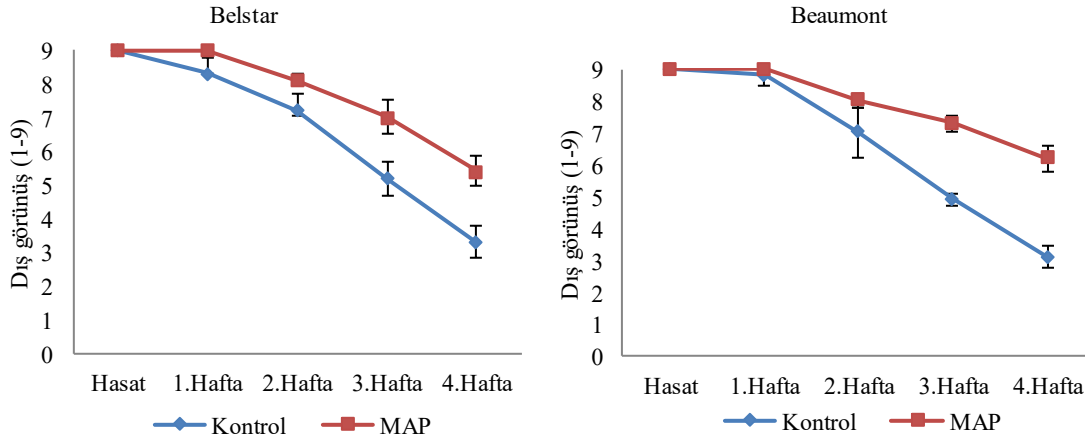
gerçekleştiği belirtilmektedir (Costa ve ark., 2005; Sabır, 2012; Lima ve ark., 2014; Topçu ve ark., 2015).



Şekil 4. Depolama periyodu boyunca brokolilerde toplam klorofil miktarında meydana gelen değişimler

Taze brokolinin dış görünüm kalitesinin korunması; ağırlık kayıplarının azaltılması, taç üzerindeki çiçeklerin açmaması ve olan klorofil kaybına bağlı olarak çiçek tomurcuklarının sararmasının engellenmesi ile mümkün olmaktadır.

Yapılan çalışmada brokoli taçlarının dış görünüş değerlendirmesi 1'den 9'a kadar verilen puan skalasına göre belirlenmiş ve elde edilen veriler istatistiki açıdan önemli bulunmuştur (Şekil 5). Muhafaza periyodu boyunca haftalık olarak



Şekil 5. Depolama periyodu boyunca brokolilerin dış görünüşünde meydana gelen değişimler

yapılan gözlemler sonucunda tüm uygulamalarda brokoli taçlarında herhangi bir patolojik kayıplara rastlanmamıştır. Her iki çeşitte de 3. haftadan itibaren özellikle kontrol uygulamasındaki taçlarda su kaybı artışına paralel olarak pörsüme ve buruşma şeklinde görünüş bozukluğu ile sararma şeklinde renk kaybı meydana geldiği gözlenmiştir. Ancak MAP uygulamasındaki taçlarda rengin depolama süresince korunduğu ve su kaybından ileri gelen pörsümenin de daha düşük düzeyde

kaldığı tespit edilmiştir. Muhafaza süresi sonunda Belstar çeşidi taçları ortalama 5.4, Beaumont çeşidi taçları ise ortalama 6.2 puan almıştır. Nitekim modifiye atmosfer ambalajlarının genellikle ürünlerde su kaybı, solma ve buruşmayı azalttığı bildirilmiştir (Karaçalı, 2002). Dördüncü haftada her iki çeşitte de kontrol grubunda bulunan brokolilerin (3.3 ve 3.1) puan skalasına göre pazarlanabilir özelliğini kaybettiği belirlenmiştir.

4. Sonuçlar

Sonuç olarak, brokolinin muhafazasında modifiye atmosfer ambalajının kullanılması ağırlık kayıplarını azaltarak ve biyokimyasal bileşiklerin değişimlerini yavaşlatarak depolanma ömrünü uzatmıştır. Çeşitler arasında ise Beaumont brokoli çeşidinin Belstar çeşidine göre incelenen parametreler bakımından kalitesini daha iyi koruduğu belirlenmiştir. Sonuç olarak açıkta muhafaza edilen brokoli taçlarının 2 hafta, MAP uygulanmış brokolilerin ise 4 haftaya kadar 2 °C ve % 90-95 oransal nemli ortamda başarıyla depolanabileceği belirlenmiştir.

Kaynaklar

- Ağar, İ.T., Kafkas, S., Kaşka, N., 1997. Variation in kernel chlorophyll content of different pistachio varieties grown in six countries. *Acta Horticulturae*, 470: 372-377.
- Anonim, 2011. Brokoli Yetiştiriciliği. <http://megep.meb.gov.tr/> (Erişim tarihi: 20.06.2016).
- Anonim, 2016. Bitkisel Üretim İstatistikleri. www.tuik.gov.tr (Erişim tarihi: 01.12.2016).
- Bahorun, T., Luximon-Ramma, A., Crozier, A., Aruoma, O.I., 2004. Total phenolic, flavonoid, proanthocyanidin and vitamin C levels and antioxidant activities of mauritian vegetables. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 84(12): 1553-1561.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, M.E., Berset, C., 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, 28(1): 25-30.
- Cemeroğlu, B., Yemenicioğlu, A., Özkan, M., 2001. Meyve ve Sebzelerin Bileşimi Soğukta Depolanmaları. Gıda Teknolojisi Derneği Yayınları No: 24, Ankara.
- Costa, M.L., Civello, P.M., Chaves, A.R., Martinez, G.A., 2005. Effect of hot air treatments on senescence and quality parameters of harvested broccoli heads. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 85(7): 1154-1160.
- Eşiyok, D., Salman, M.H., Şen, F., Aşçıoğlu, T.K., 2010. Bazı brokkoli çeşitlerinde raf ömrü süresince kalite değişimlerinin belirlenmesi. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 47(1): 79-86.
- Fernandez-Leon, M.F., Fernandez-Leon, A.M., Lozano, M., Ayuso, M.C., Amodio, M.L., Colelli, G., Gonzalez-Gomez, D., 2013. Retention of quality and functional values of broccoli 'Parthenon' stored in modified atmosphere packaging. *Food Control*, 31(2): 302-313.
- Gnanasekharan, V., Shewfelt, R.L., Chinnan, M.S., 1992. Detection of color changes in green vegetables. *Journal of Food Science*, 57(1): 149-154.
- Jia, C.G., Xu, C.J., Wei, J., Yuan, J., Yuan, G.F., Wang, B.L., Wang, Q.M., 2009. Effect of modified atmosphere packaging on visual quality and glucosinolates of broccoli florets. *Food Chemistry*, 114(1): 28-37.
- Kader, A.A., 2002. Postharvest technology of horticultural crops. University of California Agriculture and Natural Resources, Nat. Resources, Oakland.
- Karacalı, İ., 2002. Bahçe Ürünleri Muhafazası ve Pazarlanması. Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Yayınları, No: 494, İzmir.
- Leja, M., Mareczek, A., Starzynska, A., Rozek, S., 2001. Antioxidant ability of broccoli flower buds during short-term storage. *Food Chemistry*, 72(2): 219-222.
- Lima, G.P., Machado, T.M., Oliveira, L.M., Borges, L.S., Pedrosa, V.A., Vanzani, P., Vianello, F., 2014. Ozonated water and chlorine effects on the antioxidant properties of organic and conventional broccoli during postharvest. *Scientia Agricola*, 71(2): 151-156.
- Lipton, W.J., Haris, C.M., 1974. Controlled atmosphere effects on the market quality of stored broccoli. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 99: 200-205.
- Makhlof, J., Castaigne, F., Arul, J., Willemot, C., Gosselin, A., 1989. Long-term storage of broccoli under controlled atmosphere. *HortScience*, 24: 637-639.
- Nath, A., Bagchi, B., Misra, L.K., Deka, B.C., 2011. Changes in postharvest phytochemical qualities of broccoli florets during ambient and refrigerated storage. *Food Chemistry*, 127(4): 1510-1514.
- Sabir, F.K., 2012. Postharvest quality response of broccoli florets to combined application of 1-methylcyclopropene and modified atmosphere. *Agricultural and Food Science*, 21(4): 421-429.
- Serrano, M., Martinez-Romero, D., Guillen, F., Castillo, S., Valero, D., 2006. Maintenance of broccoli quality and functional properties during cold storage as affected by modified atmosphere packaging. *Postharvest Biology and Technology*, 39(1): 61-68.
- Shewfelt, R.L., Batal, K.M., Heaton, E.K., 1983. Broccoli storage: Effect of N6- benzyladenine, packaging, and icing on color of fresh broccoli. *Journal of Food Science*, 48(6): 1594-1597.
- Singh, J., Upadhyay, A.K., Prasad, K., Bahadur, A., Rai, M., 2007. Variability of carotenes, vitamin C, E and phenolics in *Brassica* vegetables. *Journal of Food Composition and Analysis*, 20: 106-112.
- Slinkard, K., Singleton, V.L., 1977. Total phenol analysis: Automation and comparison with manual method. *American Journal of Enology and Viticulture*, 28(1): 49-55.
- Topçu, Y., Doğan, A., Kasımoğlu, Z., Nadeem, N.S., Polat, E., Erkan, M., 2015. The effects of UV radiation during the vegetative period on antioxidant compounds and postharvest quality of broccoli (*Brassica oleracea* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 93: 56-65.
- Zhang, D., Hamazu, Y., 2004. Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking. *Food Chemistry*, 88(4): 503-509.